

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 100 42 481 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**G 05 B 19/418**  
B 23 Q 23/00.  
B 23 Q 41/00  
B 65 G 37/02  
G 05 B 19/12

21 Aktenzeichen: 100 42 481.3  
22 Anmeldetag: 29. 8. 2000  
43 Offenlegungstag: 27. 6. 2002

⑦1 Anmelder:  
Schneider Automation GmbH, 63500 Seligenstadt,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Stoffregen, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
63450 Hanau

72) Erfinder:  
Schoop, Ronald, Dr.-Ing., 63512 Hainburg, DE

56) Entgegenhaltungen:  
DE 199 31 139 A1  
DE 198 49 375 A1  
DE 36 14 165 A1  
EP 06 54 721 A1

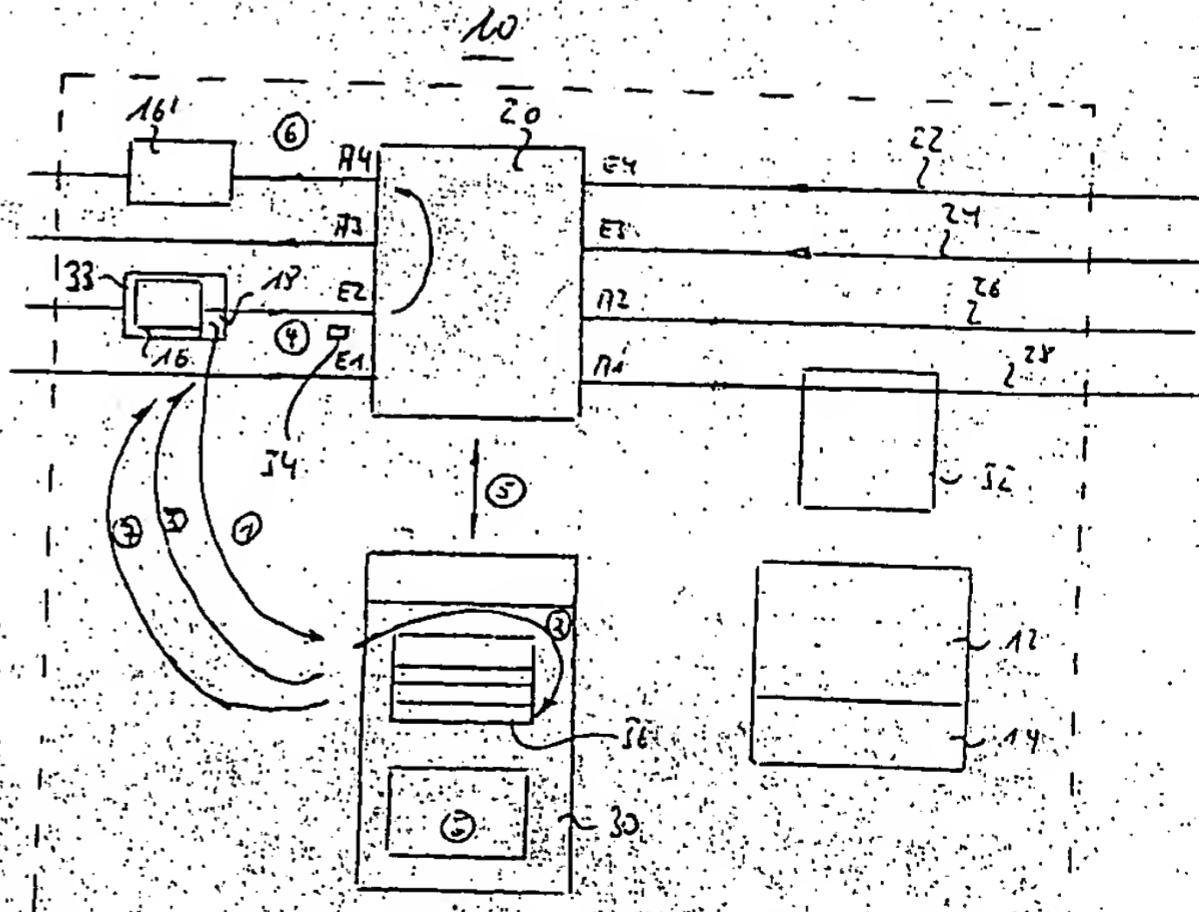
VDI-Richtlinie, VDI 2510 für Fahrerlose  
Transportsysteme (FTS), Juni 1997, Kap. 6, S.  
18-19;  
NEDELJKOVIC-GROHA,V., ZIPPER,B.: "Objekt nahe  
Datenhaltung im Fertigungsbereich" In: Zeitschrift  
für wirtschaftliche Fertigung, 88 (1993) 1; S.  
20-23;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## 54 Produktionssystem

57 Die Erfindung bezieht sich auf ein Produktionssystem (10), umfassend ein Transportsystem (20, 22, 24, 26, 28) zum Transportieren von vorzugsweise auf Werkstückträgern (33) montierten Werkstücken (16) zwischen Bearbeitungsmaschinen (12), wobei die Werkstücke (16) und/oder die Werkstückträger (33) einen Datenspeicher aufweisen, in dem vorzugsweise Daten zur Identifizierung, zur Bearbeitung und/oder zum Transport des Werkstückes und/oder des Werkstückträgers enthalten sind. Um intelligente, eigenständig handelnde Werkstücke bzw. Werkstückträger zur Verfügung zu stellen, ist vorgesehen, dass das Werkstück (16) und/oder der Werkstückträger (33) zumindest eine aktive Steuereinheit (Werkstückagent) (18) mit Programm- und Datenspeichern zur eigenständigen Steuerung des Werkstückes (16) und/oder des Werkstückträgers (33) aufweist, dass die aktive Steuereinheit (Werkstückagent) mit weiteren aktiven Steuereinheiten des Transportsystems (Transportwagen) (30) und/oder der Bearbeitungsmaschinen (Maschinenagenten) (14) kommuniziert, um in Abhängigkeit des Betriebszustandes der weiteren Steuereinheiten (14; 30) das eigene Verhalten eigenständig zu steuern.



OE 10042481 A1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Produktionssystem, umfassend ein Transportsystem zum Transportieren von vorzugsweise auf Werkstückträgern montierten Werkstücken zwischen Bearbeitungsmaschinen, wobei die Werkstücke und/oder die Werkstückträger einen Datenspeicher aufweisen, in dem vorzugsweise Daten zur Identifizierung, zur Bearbeitung und/oder zum Transport des Werkstückes und/oder des Werkstückträgers enthalten sind.

[0002] Ein Produktionssystem der zuvor genannten Art ist aus EP 0 654 721 A1 bekannt. Das bekannte Produktionssystem weist eine Mehrzahl von Paletten für die Bestückung mit Werkstücken und/oder Werkzeugen, einen Rüstplatz für die Bestückung der Paletten sowie eine Mehrzahl von transportablen Palettenmagazinen zur Ablage der palettierten Werkstücke bzw. Werkzeuge auf. Mittels eines automatischen Transportsystems werden die beladenen Palettenmagazine auf einem Verkehrsnetz zwischen verschiedenen Bearbeitungsmaschinen transportiert. Jede Palette ist mit einem Datenspeicher versehen, in welchem Daten für die Identifizierung des auf der Palette aufgespannten Werkstückes bzw. Werkzeuges sowie die Bearbeitung des Werkstücks steuernde Daten gespeichert sind.

[0003] Ferner weist jedes Palettenmagazin einen Datenspeicher auf, in welchem Daten für die Identifizierung des Palettenmagazins und den Transport desselben steuernde Daten gespeichert sind. Ferner ist ein internes Datennetz für den Datentransfer zwischen den Datenspeichern der Paletten und Palettenmagazine und den verschiedenen Bearbeitungsmaschinen und dem Transportsystem vorgesehen. Mit anderen Worten handelt es sich bei den beschriebenen Datenspeichern um passive Einheiten, die zwar eine Identifizierung möglich machen, jedoch nicht aktiv und flexibel in den Produktionsprozess eingreifen können. Insbesondere besteht nicht die Möglichkeit, dass die Werkstückeinheit bzw. das Palettenmagazin eigenständig Entscheidungen treffen können.

[0004] Davon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, ein Produktionssystem der zuvor genannten Art dahingehend weiterzubilden, dass intelligente, eigenständig handelnde Werkstücke bzw. Werkstückträger zur Verfügung gestellt werden.

[0005] Das Problem wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Werkstück und/oder der Werkstückträger zumindest eine aktive Steuereinheit (Werkstückagent) mit Programm- und Datenspeicher zur eigenständigen Steuerung des Werkstückes und/oder des Werkstückträgers aufweist, dass die aktive Steuereinheit (Werkstückagent) mit weiteren aktiven Steuereinheiten des Transportsystems (Transportagenten) und/oder der Bearbeitungsmaschinen (Maschinenagenten) kommuniziert, um in Abhängigkeit des Betriebszustandes der weiteren Steuereinheiten das eigene Verhalten eigenständig zu steuern.

[0006] Durch die erfindungsgemäße Ausführungsform wird der Vorteil erreicht, dass mittels der aktiven Steuereinheit (Werkstückagent), schon beim Einschleusen eines Werkstückes in das Produktionssystem Zustände der Bearbeitungsmaschinen und/oder des Transportsystems abgefragt und analysiert werden können. Entsprechend der Belastung z. B. einer Bearbeitungsmaschine kann dann durch den Werkstückagenten des Werkstückes eigenständig aufgrund eines gespeicherten Programms entschieden werden, welche Bearbeitungsmaschine bevorzugt anzufahren ist. Entsprechend werden dann auch Signale an die aktiven Steuereinheiten des Transportsystems und/oder der Bearbeitungsmaschinen gesendet.

[0007] Im Gegensatz zum Stand der Technik wird ein fle-

xibler und intelligenter Werkstückfluss gewährleistet, da ein Werkstückstau frühzeitig erkannt und "vor Ort" mit den benachbarten aktiven Steuereinheiten verhandelt werden kann, um eine optimale Ausweichmöglichkeit zu erreichen.

[0008] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die aktive Steuereinheit des Werkstückträgers und/oder des Werkstückes über eine drahtlose Kommunikationsverbindung mit weiteren aktiven Steuereinheiten von Werkstücken und/oder Werkstückträgern, Transportsystemen und/oder Bearbeitungsmaschinen kommuniziert. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, aufwendige Datennetze zu installieren sowie die Problematik betreffend der Datenübertragung zwischen den mobilen Werkstückträgern und/oder Werkstücken mit am Rande einer Transportbahn angeordneten Sensorschnittstellen zur optischen oder magnetischen Datenübertragung.

[0009] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass der Werkstückträger als autarke mobile Einheit ausgebildet ist, wobei die mobile Einheit neben der zuvor beschriebenen aktiven Steuereinheit (Werkstückagent) eine weitere aktive Steuereinheit (Transportagent) aufweist, die die Aktionen des Werkstückträgers steuert. Selbstverständlich besteht die Möglichkeit, dass die Werkstückagenten und/oder Transportagenten untereinander und/oder mit den aktiven Steuereinheiten der Bearbeitungsmaschinen (Maschinenagenten) kommunizieren, um den Produktionsprozess zu optimieren.

[0010] Zur Kommunikation zwischen den aktiven Steuereinheiten ist vorgesehen, dass diese jeweils Sende- und Empfangseinheiten aufweisen.

[0011] Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen und den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in Kombination –, sondern auch aus der folgenden Beschreibung eines in einer Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels:

[0012] Die einzige Figur zeigt einen Ausschnitt aus einem Produktionssystem 10 in schematischer Darstellung. Das Produktionssystem 10 umfasst Bearbeitungsmaschinen 12, den Bearbeitungsmaschinen zugeordnete Maschinenagenten 14, Werkstücke 16, 16', den Werkstücken zugeordnete Werkstückagenten 18 sowie Transportmittel 20, 22, 24, 26, 28 zum Transportieren der Werkstücke 16, 16' zwischen den Maschinen 12. Den Transportmitteln sind Transportagenten 30 zugeordnet.

[0013] Das Transportmittel 20 ist als Verschiebeeinheit, insbesondere als Verschiebetisch, Drehtisch oder als Rotationselement wie Revolvertrömmel ausgebildet, um den Werkstücken 16, 16' den Wechsel zwischen den weiteren als Transportbahnen ausgebildeten Transportmitteln 22, 28 zu ermöglichen. Die Transportbahnen 22 bis 28 sind als Rollbahnen ausgebildet, wobei die Transportbahnen 26, 28 am Rande angeordnet und in Produktionsrichtung angetrieben sind und die Transportbahnen 22, 24 entgegengesetzt zur Produktionsrichtung und damit entgegengesetzt zur Laufrichtung der Transportbahnen 26, 28, angetrieben sind. Des Weiteren ist eine Übergabeeinrichtung 32 vorgesehen, die die Maschinen 12 beispielsweise mit der Transportbahn 28 verbindet.

[0014] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Werkstückagent 18 als aktive Steuereinheit in dem Werkstück 16 selbst oder in einem Werkstückträger 33 integriert ist und einen Programm- und Datenspeicher zur autonomen Steuerung des Werkstückes und/oder des Werkstückträgers aufweist. Ferner ist vorgesehen, dass der Werkstückagent 18 Sende- und Empfangseinrichtungen aufweist, um mit den Maschinenagenten 14 und den Transportagenten 30 sowie einer zentralen Steuereinheit zu kommunizieren, um aktiv in-

den Produktionsprozess eingreifen zu können. Dazu können auch die Maschinen- und Transportagenten Sende- und Empfangseinrichtungen aufweisen.

[0015] Das Werkstück 16, 16' wird während eines gesamten Fertigungsprozesses durch den Werkstückagenten 18 betreut. Bevor oder sobald das Werkstück 16, 16' in das Produktionssystem 10 eingeschleust wird, werden dem Werkstückagenten die notwendigen Bearbeitungen mitgeteilt; die dieser abspeichert. An einem bestimmten Werkstücktyp wie z. B. Vier- oder Sechszylindermotorblock sind verschiedene Bearbeitungen durchzuführen. Im weiteren Fertigungsverlauf sorgt der Werkstückagent dafür, dass alle notwendigen Bearbeitungen an dem Werkstück erbracht werden. Insbesondere prüft der Werkstückagent durch vorzugsweise drahtlose Kommunikation mit Maschinenagenten die Verfügbarkeit von Bearbeitungsmaschinen 12, ermittelt die günstigste Bearbeitungsmaschine und veranlasst den Transport zu dieser Maschine. Insbesondere verhandelt der Werkstückagent 18 als aktive Steuereinheit vorzugsweise über eine drahtlose Kommunikationsverbindung wie Funkstrecke mit Transport- und/oder Maschinenagenten 30, 14, um einen optimalen Produktionsprozess einzustellen.

[0016] Sobald das Werkstück 16 von dem Werkstückagenten 18 betreut wird, kommuniziert dieser mit dem den Maschinen 12 zugeordneten Maschinenagenten 14, die dem Werkstückagenten den jeweiligen Bearbeitungsstand übermitteln. Anschließend wählt der Werkstückagent 18 aus den erhaltenen Angeboten unter Berücksichtigung des jeweiligen Füllgrades der angesprochenen Maschinen 12 die günstigste aus.

[0017] Die Verschiebeeinheit 20 wird durch den Transportagenten 30 betreut. Der Transportagent ist in der Lage, selbständig die Verschiebeeinheit 20 zu steuern. Wird das Werkstück 16 über das Transportband 26 in Produktionsrichtung zu der Verschiebeeinheit 20 transportiert, wird dieses an einem Eingang E2 gestoppt und von einem Sensor 34 erfasst.

[0018] In einem ersten Verfahrensschritt V1 beauftragt der Werkstückagent 18 den Transportagenten 30, das Werkstück 16 zu einer gewünschten Zielmaschinenadresse zu transportieren.

[0019] In einem zweiten Verfahrensschritt V2 wird der Transportauftrag in einer Auftragsliste 36 abgelegt und entsprechend der Reihenfolge der Auftragseingänge abgearbeitet. Anschließend quittiert der Transportagent 30 den Transportauftrag und sendet ein Quittiersignal zu dem Werkstückagenten 18 zurück (Verfahrensschritt V3). In einem Verfahrensschritt V4 entscheidet der Transportagent 30 autonom über einen bestimmten Zielausgang, zu dem das an dem Eingang E2 anliegende Werkstück 16 zu verschieben ist, um auf optimalem Weg die Zielmaschinenadresse Mz zu erreichen.

[0020] Nachdem der Transportagent 30 einen Zielausgang definiert hat, wird ein in den Transportagenten implementiertes Verschiebeprogramm gestartet (Verfahrensschritt V5), so dass der Verschiebeauftrag durchgeführt werden kann.

[0021] Das Werkstück 16' wird an den gewünschten Zielausgang (im dargestellten Ausführungsbeispiel A4) ausgeschleust und über die Transportbahn 22 in entgegengesetzter Produkteinrichtung transportiert (Verfahrensschritt V6).

[0022] Das erfundungsgemäße Verfahren zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass das Produktionssystem 10 leicht änderbar ist, da lokale Veränderungen wie z. B. Entfernen und Hinzufügen von Maschinen nur lokal konfiguriert werden müssen.

[0023] Beim Ausfall der Maschine 12 mit der Maschinen-

adresse Mz muss beispielsweise nur der Transportagent 30 rekonfiguriert werden. Die die Werkstücke 16 betreuenden Werkstückagenten werden von der Rekonfiguration nicht beeinflusst, da diese nur die zugehörigen Zielmaschinenadressen Mz der von ihnen betreuten Werkstücke kennen. Es ist daher nicht notwendig, dass die globale Topologie des Produktionssystems 10 in jedem Werkstückagenten abgespeichert ist. Auch besteht nicht die Notwendigkeit, dass der Transportagent sämtliche Maschinenadressen kennt; denn auch die Transportagenten 30 können selbst entscheiden, welche Maschinenadresse für den jeweils gewünschten Bearbeitungsschritt optimal ist.

[0024] Eine weitere Ausführungsform zeichnet sich dadurch aus, dass der Werkstückträger 33 als selbständig verfahrbare mobile Einheit ausgebildet ist. In diesem Fall umfasst der Werkstückträger 33 sowohl den Werkstückagenten 18 als auch den Transportagenten 30; die beide als aktive Steuereinheiten ausgebildet sind. Durch die erfundungsgemäße Ausführungsform werden beispielsweise herkömmliche Transportsysteme zu intelligenten Einheiten, die eigenständig miteinander und den Maschinenagenten kommunizieren und somit den Transport der Werkstücke und/oder deren Bearbeitung optimieren.

[0025] Auch besteht die Möglichkeit, zumindest den Werkstückagenten Prioritäten betreffend des Transports und/oder deren Bearbeitung zu vergeben, so dass auch innerhalb des Produktionssystems Werkstücke entsprechend ihrer Priorität bevorzugt behandelt werden.

#### Patentansprüche

1. Produktionssystem (10), umfassend ein Transportsystem (20, 22, 24, 26, 28) zum Transportieren von vorzugsweise auf Werkstückträgern (33) montierten Werkstücken (16) zwischen Bearbeitungsmaschinen (12), wobei die Werkstücke (16) und/oder die Werkstückträger (33) einen Datenspeicher aufweisen, in dem vorzugsweise Daten zur Identifizierung, zur Bearbeitung und/oder zum Transport des Werkstückes und/oder des Werkstückträgers enthalten sind; dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (16) und/oder der Werkstückträger (33) zumindest eine aktive Steuereinheit (18) (Werkstückagent) mit Programm- und Datenspeicher zur eigenständigen Steuerung des Werkstückes (16) und/oder des Werkstückträgers (33) aufweist, dass die aktive Steuereinheit (Werkstückagent) mit weiteren aktiven Steuereinheiten des Transportsystems (Transportagenten) (30) und/oder der Bearbeitungsmaschinen (Maschinenagenten) (14) kommuniziert, um in Abhängigkeit des Betriebszustandes der weiteren Steuereinheiten (14, 30) das eigene Verhalten eigenständig zu steuern.

2. Produktionssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aktive Steuereinheit (18) des Werkstückträgers und/oder des Werkstückes über eine drahtlose Kommunikationsverbindung mit weiteren aktiven Steuereinheiten (14, 30) von Werkstücken und/oder Werkstückträgern, Transportsystemen und/oder Bearbeitungsmaschinen kommuniziert.

3. Produktionssystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstückträger (33) als autarke mobile Einheit ausgebildet ist, wobei die mobile Einheit neben der zuvor beschriebenen aktiven Steuereinheit (Werkstückagent) (18) eine weitere aktive Steuereinheit (Transportagent) (30) aufweist, die die Aktionen des Werkstückträgers steuert.

4. Produktionssystem nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass

die aktiven Steuereinheiten (14, 18, 30) jeweils eine  
Sende- und Empfangseinheit aufweisen.

Hierzu 1 Seite(n). Zeichnungen

5.

10.

15.

20.

25.

30.

35.

40.

45.

50.

55.

60.

65.

**- Leerseite -**

